

(Translation)

Publication of Unexamined Japanese Patent Application  
JP-S60-52492, A (1985)

[Title of Invention] Method for Controlling Travel of Movable  
Body

[What is claimed is:]

A method for controlling travel of a movable body comprising a pair of travel wheels on right and left sides and a pair of right and left travel motors for driving said travel wheels respectively, wherein the method comprising:

attaching surface marks on a surface of a travel path;

inputting an image of said surface marks by means of a pickup device;

performing an image operation of said inputted image, thereby obtaining an amount of deviation from a track, a positional angle, and a travel amount, with respect to said movable body;

operating a time differential value of said amount of deviation from a track and a time differential value of said positional angle;

obtaining an operation signal for controlling said right and left travel motors with reference to a table, based on said amount of deviation from a track, positional angle, time differential value of said amount of deviation, and time differential value of said position angle; and

controlling said right and left travel motors according to said operation signal.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-52492

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)3月25日

B 66 C 13/48  
13/22

7502-3F  
7502-3F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 移動体の走行制御方法

⑯ 特 願 昭58-157796

⑰ 出 願 昭58(1983)8月31日

⑱ 発 明 者 牧 野 俊 昭 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
⑲ 発 明 者 田 中 秀 樹 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

#### 明 細 書

発明の名称 移動体の走行制御方法

特許請求の範囲

1. 左右両側に走行輪を有し、該走行輪をそれぞれ駆動する左右の走行モータを有する移動体の走行を制御するものにおいて、走行路上に路面マークを付し、この路面マークを撮像装置を介して画像入力し、該入力された画像の画像演算処理を行なって前記移動体の軌道偏差量、姿勢角、移動量を求め、さらに該軌道偏差量の時間微分値および該姿勢角の時間微分値を演算し、該軌道偏差量と該姿勢角と該軌道偏差量の時間微分値と該姿勢角の時間微分値とからテーブル参照により前記左右の走行モータを制御するための操作信号を求め、該操作信号に応じて前記左右の走行モータを制御することを特徴とする移動体の走行制御方法。

発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、移動体の走行制御方法に関するもの

である。

(発明の背景)

移動体を走行制御するものとしては、電磁誘導式、レーザ光学式、静電容量式、超音波式等の位置決め誘導手段を有するもの等が知られている(雑誌「センサ技術」1982年1月号など)。

なお、ここに述べる移動体は、左右の走行輪と、この走行輪をそれぞれ駆動するための走行モータとを有し、モータを回転駆動することにより機械に移動する機械設備(例えばトランスファークレーンなど)を言う。

さて、従来においては、上述した方式のうち、電磁誘導方式が最も多く採用されてきた。この方式は、移動体を指定走行路上移動させるために、路面上に走行方向に沿って電線を埋め込み、この電線から出される磁界強度を移動体上に取付けたアンテナに取込んで進行方向の左右両側の磁界強度を検出し、左右における入力(磁界強度)に差があると、その差をなくすように左右の名モータを制御して、左右の磁界強度が均等となる方向、

言いかねれば移動体の中心が埋込まれた電線の位置となる方向へ移動体を誘導させる。したがって、移動体は、走行コース上を移動することになる。

しかし、このような従来例では、電線を路面に埋設する工事が必要であるばかりでなく、埋設作業を行なった路面が移動体の荷重を受けて割れるなどの問題を有する。また、定行路を変更する毎に電線の埋設作業を必要とするので、定行路の変更を困難とする。

そこで、移動体の位置決め誘導を簡単に行なうために次のような方法が考えられた。すなわち従来の電線の代わりに路面に白色系のペイントを塗付することにより、あるいは粘弾性薄膜材料を貼ることによって路面マークを構成するとともに、アンテナの代わりに路面マークを画像として入力する撮像装置を設け、その入力された画像を処理してマーク認識による自動位置決め誘導を行なう方法である。

しかし、この方法の場合、定行路上に貼付された路面マークを画像入力し、この入力された画像

を画像処理演算して状態量を求め、この状態量からクレーンを走行路上を移動させるための制御量(操作信号)を直接演算により求め、これによって走行モータの回転数制御を行なっていたため、その演算処理時間が増大してしまうという問題があった。演算処理時間の増大は、検出してから実際に制御するまでの制御応答性の悪化につながり、移動体を高速に運転しようとするとき走行路から移動体が大きくはずれてしまうという問題が生ずる。したがって、この方法は、このままでは電磁誘導方式に比較し、移動体の移動速度の高速化が図れず、荷役効率が著しく低下してしまうという問題がある。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、路面の走行路上に路面マークを付し、そのマークを撮像して画像入力し、それを画像演算処理して自動位置決め誘導を行なうような移動体の走行制御方法において、その演算処理速度を高速化し、もって高速な運転を可能にした移動体の走行制御方法を提供することである。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、走行路上に付された複数の路面マークを移動体に搭載された撮像装置で画像入力し、それを画像演算処理して走行路に対する移動体の軌道修正量、姿勢角、移動量を求め、これらの信号のうち軌道修正量と姿勢角とから左右の走行モータの回転数をテーブル参照により求め、軌道修正量の時間微分値および姿勢角の時間微分値に基づいてその回転数の切換制御時間を求め、これら求められた回転数と切換制御時間とにより操作信号を設定し、この信号に応じて左右の走行モータの速度制御を行なわせることを特徴とする。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明をヤードシステムにおけるトランスファークレーン(移動体の一種)に適用した例につき、図面を用いて詳細に説明する。

まず、ヤードシステムについて第1図を用いて説明する。通常、ヤードシステムは、第1図の如くコンテナ1を船3からコンテナクレーン4により陸揚げさせ、次いでトレーラ5でコンテナ1を

運搬し、運搬されてきたコンテナをトランスファークレーン6で吊り上げた後荷役運搬してヤード2に積上げるようなシステムとなっている。

次に、トランスファークレーン6の構成を第2図により説明する。トランスファークレーン(以下単にクレーンと称する。)6は、トロリー8が走行する桁9と、桁9を支える天幕10と、天幕10を支える走行装置11a、11bとを有し、この走行装置に回転自在に取付けられた走行輪13a、13b、13c、13dによって走行する。走行輪13a～13dは、走行モータ12a、12bによって回転駆動力を受けて走行する。走行モータ12a、12bは、両側の走行装置11a、11b上に搭載されている。走行モータ12a、12bは、その回転を減速する減速機と、減速機の回転出力軸と走行輪13a、13bとの間を連結したチェーンプロケット式の動力伝達装置とを介して回転駆動力を走行輪に伝達する。14は、路面の走行路上に付された路面マークである。15a、15bは、走行装置11a、11bの側面に取付けられ、路面マーク14を映像として入力し、それを

電気信号に変換して出力する撮像装置である。15 a, 15 b は、撮像装置 15 a, 15 b の入力する領域（被写体領域）を示す。1' はコンテナ 1 を吊り上げるための吊り上げ装置である。

次に、クレーンの走行制御部に関し、第 3 図を用いて説明する。走行制御部は、実際にはクレーン上に搭載されているが、第 2 図では図示していない。走行制御部の構成は、第 3 図に示すように、画像検出部 22 と、コントローラ 27 と、データメモリ 28 と、走行制御プログラムメモリ 29 と、インターフェース 30 と、制御アンプ 31 a, 31 b と、走行モータ 12 a, 12 b とで構成される。第 3 図において、撮像装置 15 a は、走行路上の被写体領域 16 a 内にあるマーク 14 をレンズ 17 を介して、固体撮像素子 18 上に投影し、マトリックス状に配置された光ダイオードを回転させることにより、回路上に電流が発生し、その電流を負荷抵抗 20 で電圧変換した後、プリアンプ 21 で電圧増幅する構成となっている。もちろん、撮像装置 15 a は、このような構成である必然性はなく、公知の撮像装置（IT

V など）で十分である。画像検出部 22 は、この撮像装置 15 a と、プリアンプ 21 で増幅されたアナログ信号を 2 値化デジタル信号に変換する A/D 変換器 23 と、その変換された信号を記憶するイメージメモリ 24 と、画像認識アルゴリズムに依って、イメージメモリの内容を画像処理演算する画像演算装置 25 と、画像処理演算のためのプログラムを記憶しているプログラムメモリ 26 とで構成される。この画像処理演算に関しては、後で詳細に説明する。画像処理演算で求められた演算結果である軌道偏置量（ $y$ ）、姿勢角（ $\varphi$ ）、移動量（ $x$ ）は、コントローラ 27 に入力される。

コントローラ 27 は、この軌道偏置量（ $y$ ）、姿勢角（ $\varphi$ ）、移動量（ $x$ ）等の走行状態をデータメモリ 28 に記憶させ、走行制御アルゴリズムを実行するためのプログラムを記憶しているプログラムメモリ 29 の指令に基づいて、左右の走行モータ 12 a および 12 b の回転数、切換制御時間を演算し、それらの組合わされた信号をモータの制御信号として出力する。この左右の走行モータのための制

御信号は、インターフェース 30 を介して、左右それぞれの制御アンプ 31 a, 31 b に供給され、走行モータ 12 a, 12 b がそれぞれ制御される。コントローラ 27 における制御アルゴリズムに関しては、後で詳細に説明する。

さて、上述した軌道偏置量（ $y$ ）32、姿勢角（ $\varphi$ ）33、移動量（ $x$ ）34 は、第 4 図のように示される。また、クレーン 6 の走行動作に基づく各走行モータ 12 a, 12 b への操作量（制御信号）は、第 5 図～第 8 図に示される如き二つのテーブル 35, 36 から算出される。すなわち、予め走行状態に対応していくつかの走行パターン（この例では A～E のパターン）を用意しておき、まず走行状態に応じて一つのパターンを選択し、さらにそのパターンでの運転においてモータをどのようにするかを姿勢角（ $\varphi$ ）の時間微分値と軌道偏置（ $y$ ）の時間微分値とに基づいて決定し、最終的に制御量を決定する。二つのテーブル 35, 36 から制御量を具体的にどのように決定するかについて、次に説明する。第 5 図では、縦軸方向に軌道偏置量（ $y$ ）

をとり、縦軸方向に姿勢角（ $\varphi$ ）をとり、それらを 2 次元マトリクスで表わしている。ここでは、 $y$  と  $\varphi$  の大きさの組合せにより A～E の 5 段階の走行モードを設定している。第 5 図では、走行路の路面標示マーク 14 に対して、軌道偏置量（ $y$ ）32 は右側を（+）、左側を（-）とし、また姿勢角（ $\varphi$ ）33 は右傾斜を（+）、左傾斜を（-）としている。また、許容軌道偏置量を  $y_1, y_1'$  とし、許容姿勢角を  $\varphi_1, \varphi_1'$  に設定している。したがって、第 5 図の如きテーブルによれば、軌道偏置量（ $y$ ）の大きさと、姿勢角（ $\varphi$ ）の大きさがわかれば、それに見合う走行モードを選択することが可能である。次に、各走行モータの回転数の切換制御時間は、第 6 図に示された如きテーブルで決定できる。第 6 図では、縦軸に軌道偏置量（ $y$ ）の時間微分値  $\frac{dy}{dt}$ 、横軸に姿勢角（ $\varphi$ ）の時間微分値  $\frac{d\varphi}{dt}$  をとった場合の組合せによる四つの時間配分モードで設定している。したがって、 $\frac{dy}{dt}, \frac{d\varphi}{dt}$  の値に応じて、一周期  $T$  中の加速時間  $T_1$  と減速時間  $T_2$  の比（デューティ比）を制御することができ

る。

第7図に、第5図、第6図の二つのテーブルで制御信号を求めることをわかり易く示している。第7図において、走行モードA～Eは、画像検出器の出力である走行状態に応じて決まる。したがって、例えば、Dモード(第4図で示されたクレーン6の走行状態 $y_1 < y < y_2$ ,  $\varphi < \varphi_0$ の場合などではDモード)では、座中左側の走行モータ12aの回転数 $\omega_1$ が右側の走行モータ12bの回転数 $\omega_2$ より大きくなるようにする。つまり、 $\omega_1 > \omega_2$ と制御するモードがDモードであると言える。他のモードについての説明は省略するが、これは第7図より理解できよう。

次に、上述の第8図における画像検出器22の画像処理演算動作と、コントローラ27の制御動作とを説明する。

第8図(A)は、画像処理演算動作を示す動作フローチャートであり、これを説明すると次のとおりである。まず、最初に電源が投入されると、ステップ(a)で初期設定が自動的になされる。

マーク14が実際に検出されているかどうかの判断を実施する。もし、検出されていないと判断(“1”の数が予定数に満たない場合)されれば、データの無効を示す無効コードを出力し、再びステップ(b)にジャンプさせる。データが正常(マーク14が検出されている)であれば次のステップ(d)に進む。

ステップ(d)……2値化された“1”、“0”の信号から路面マーク14像の4隅コーナエッジ信号の特徴抽出処理を行なった後、それらの二次元アドレス $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_3, y_3)$ , および $(x_4, y_4)$ を算出し、それらのアドレスを用いて路面マーク14像の中心アドレス $(x_0', y_0')$ を算出する。

ステップ(e)……ステップ(d)で求められた中心アドレスの傾斜、すなわち第4図の場合では左傾斜であることを求める。

ステップ(f)……ステップ(d)で算出された中心アドレス $(x_0', y_0')$ からプログラムメモリ25で設定したアドレス $(x_0, y_0)$ を減算して、軌道

以下、図示したステップ(b)～(j)の動作が実行される。

ステップ(b)……路面マーク14の画像を入力し、2値化デジタル信号に変換してその信号をイメージメモリに記憶する。具体的には、第3図におけるレンズ17を介して固体撮像素子18上に投影された画像によって生じたアナログの画像信号を逐次高速のアナログ/デジタル変換回路23を介してデジタル信号に変化した後、そのデジタル信号をイメージメモリ24に順次蓄積する。そして、続いて、この蓄積データを用いてそれらのデジタル信号の2値化処理を行なって、再度イメージメモリ24に記憶させる。ここで、2値化処理は、路面と路面上のマーク14の明度の差を利用し、この間に設定されたしきい値に基づいて、しきい値以下となる路面の信号を例えば“0”レベル、しきい値以上となる路面標示マーク14の信号を“1”レベルとする変換処理である。

ステップ(c)……イメージメモリ24内に記憶された2値化信号から“1”信号の数を算出して路面

偏差量 $y$ を演算する。

ステップ(g)……ステップ(d)で算出された2点アドレス $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ を用いて、姿勢角 $\varphi (= \tan^{-1} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1})$ を演算する。

ステップ(h)……起動時から次々と入力されるマーク14の数を加算してマーク位置 $x$ を演算する。ステップ(i)……演算された $y$ ,  $\varphi$ ,  $x$ を走行制御を行なうためのコントローラ27に出力(伝送)する。

ステップ(j)……ステップ(i)が確実に実行されたかどうかのチェックを行ない、OKであればステップ(b)に戻り、再びステップ(b)からの処理をくりかえす。

第8図(B)は、コントローラ27の走行制御動作を示すフローチャートであり、これを説明すると次のとおりである。

ステップ(A)……オペレータによって、電源スイッチが押され、電源が投入されると、自動的に内部回路の初期設定が行なわれる。例えば、データメモリ28内のデータのオールクリアや、プログ

ラムメモリ20に記憶されている走行制御プログラムの先頭番地を設定することなどである。

ステップ(B)……外部からの指令(例えば、オペレータの手動指令、通信装置を介してのデータ指令)でクレーン6の走行移動量が決定される場合には、その走行中における路面マーク14の数の追加量を設定する。すなわち、クレーン6の走行方向の位置決めは、マーク数をカウント(加算)して行き、その走行停止数 $x_0$ と逐次比較して、その差が零となったときに予定位置に到達したことを認識するが如き、相対番地形式となっている。

ステップ(C)、(D)……画像検出器22から送信されてくる軌道偏差量 $y$ 、姿勢角 $\varphi$ 、およびマーク位置 $x$ などの状態量信号を受信して、それらのエラーチェックを行ない、データメモリ20に記憶する。

ステップ(E)、(F)……クレーンの走行前における軌道偏差量 $y$ と姿勢角 $\varphi$ の状態量信号が許容値 $y_1$ 、 $\varphi_1$ 内であれば、ステップ(F)で加速指令パターンを左右の各走行モータ12a、12bに与

え、走行路に対する軌道ずれや車体の姿勢補正動作を行なって、クレーン6が走行路上に位置するように制御する。

ステップ(G)、(H)……ステップ(D)で入力され記憶された状態量信号(データメモリ20に記憶)のうちの $y$ 、 $\varphi$ に基づき、予め定められた走行パターンテーブル(第5図で示したテーブル)の中から該当する走行パターンを決定する。そして、この走行パターンに合致する左右の各走行モータの回転数を決定する。

ステップ(I)、(J)……ステップ(D)で得られた状態量信号のうちの $y$ 、 $\varphi$ をそれぞれ時間微分し、 $dy/dt$ 、 $d\varphi/dt$ を演算する。これらの時間微分値に基づき、第6図に示した如きテーブルを参照して、ステップ(G)、(H)で決定された左右の走行モータ12a、12bの回転数値の切換制御時間 $T_1$ 、 $T_2$ を決定する。

ステップ(K)……上述のステップで求められた左右の走行モータの回転数 $\omega_1$ 、 $\omega_2$ とその切換制御時間 $T_1$ 、 $T_2$ とを設定し、それらを組合せた操

作信号をインターフェース20を介して制御アンプ31a、31bにそれぞれ出力する。制御アンプ31a、31bは、この信号を取込んで、演算増幅し、走行モータ12a、12bの速度を制御する。

ステップ(L)、(M)……設定された位置 $x_0$ に対し、クレーン6が実際にその位置まで到達したかどうかを判断し、到達していない場合にはステップ(C)に戻り、ステップ(C)～(K)までの動作をくり返す。到達した場合には、走行モータに対する減速指令をパターンの形で出力する。これにより、クレーン6は、予定した位置まで移動し、停止する。停止後、次の位置に再び移動する場合には、ステップ(B)に戻り、次の位置に対する走行停止数 $x_0$ を設定し、ステップ(C)～(M)までの動作を行なう。

次に、上述した本発明の実施例における走行軌道ずれ変化による常正制御方法と、運転初期におけるコントローラからの指令をいかに与えるかを第9図および第10図を用いて説明する。

まず、第9図においてコントローラ27から適当

な操作信号が電圧の形で制御アンプ31a、31bに与えられると、制御アンプ31a、31bはこれを演算増幅し、その出力電流を走行モータ12a、12bに与える。これによって、走行モータ12a、12bの回転数が調整され、左右の走行輪13a、13bの回転速度が変更され、クレーン6は走行路上を予定の速度で移動していく。その移動過程で走行路(マークが付されている)に対し、車体の軌道偏差、姿勢が変化すると、画像検出器22によって軌道偏差量 $y$ 、姿勢角 $\varphi$ 、移動量 $x$ が検出され、これらはコントローラ27に与えられる。コントローラ27は、この検出された状態量信号( $y$ 、 $\varphi$ 、および $x$ )を用いて、クレーン6の走行を最適にするような操作量を演算し、この結果を制御アンプ31a、31bに出力する。これによって、クレーン6は、その走行に伴う左右の蛇行動作が、ある範囲内になるように制御され、予定した位置に停止することができる。

第10図は、左右の走行モータ駆動のための操作信号(制御アンプの入力信号)の例を示したも

のである。この例では、定行初期と位置決め時に、左右の定行モータのそれぞれに対して徐行運転期間  $t_2$ ,  $t_2'$ ,  $t_2''$ ,  $t_2'''$  を設けている。定行初期時においては、クレーンの取体が大幅に走行路からずれているような場合、コントローラ 27 が初期指令を与え、 $\gamma$ ,  $\phi$  などが許容値以下になるまでに要する時間  $t_2$ ,  $t_2'$  を徐行期間としている。また、定行終了時（位置決め停止時）においては、クレーンを予定位置に停止させるに十分な期間  $t_2$ ,  $t_2'$  を定行期間としている。

#### 〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように本発明によれば、操作信号の演算が定行状態量によって一義的に定まることになり、極めて高速の演算となって、移動体の高速運転に対しても安定した定行制御が実現できる。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図はヤードシステムを示す図、第 2 図はトランスファークレーンの斜視図、第 3 図は本発明の一実施例を示すシステムブロック構成図、第 4

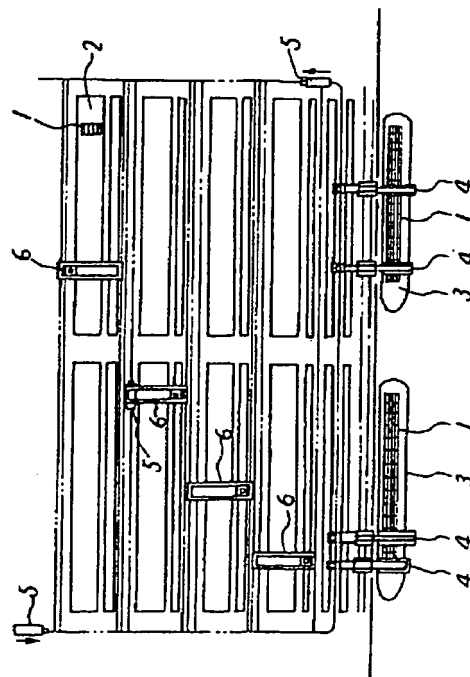
図はトランスファークレーンの走行状態を示す図、第 5 図は第 3 図の実施例を説明するためのもので定行モードを決定するテーブルを示す図、第 6 図は第 3 図の実施例を説明するためのもので軌道傾斜量および姿勢角の時間微分値からモータの速度切換時間を決定するテーブルを示す図、第 7 図は第 5 図に示した定行モードに基づく左右の定行モータ操作量テーブルを示す図、第 8 図 (A) および第 8 図 (B) は第 3 図に示す実施例の動作を示す動作フローチャート、第 9 図は操舵、位置決め制御の方法を説明するためのブロック図、第 10 図は左右の定行モータへの入力指令パターン（操作信号）例を示す図である。

6 …… トランスファークレーン、12 a, 12 b …… 定行モータ、13 a ~ 13 d …… 走行輪、14 …… 路面マーク、15 a, 15 b …… 検像装置、22 …… 画像検出器、27 …… コントローラ、31 a, 31 b …… 制御アンプ、32 …… 軌道傾斜量、33 …… 姿勢角、34 …… 移動量、35 …… 定行モードテーブル、36 …… 切換制御時間テーブル、37 …… 定行モータの操作量テ

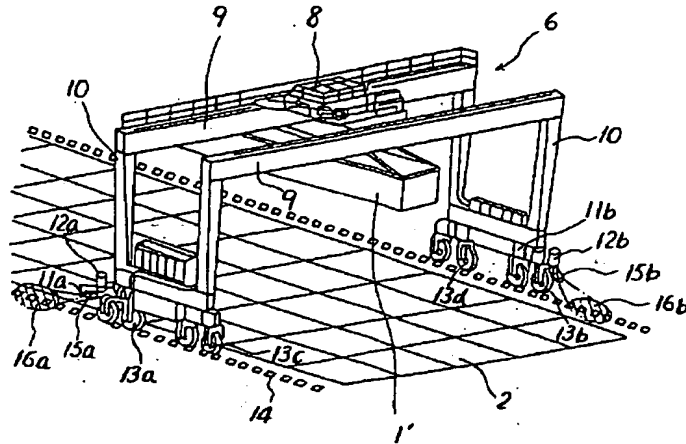
ーブル

代理人 弁理士 高 橋 明 夫

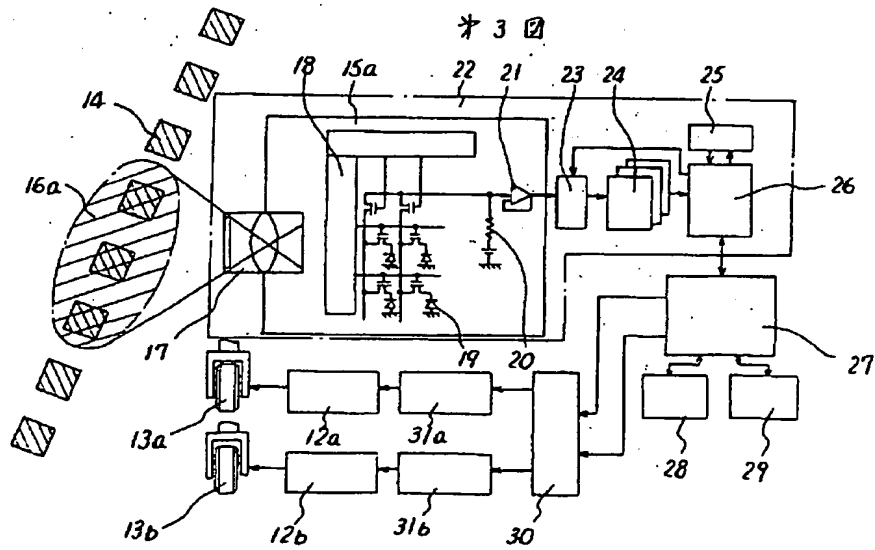
図 1 \*



才 2 回



※ 3 回



37

